

УДК 616.141

DOI 10.17802/2306-1278-2022-11-2-125-133

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ ЭМБОЛЭКТОМИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОЙ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ (НЕСИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

И.В. Абдульянов<sup>1,3</sup>, Р.К. Джорджикия<sup>2,3</sup>, С.А. Федоров<sup>4</sup>, Е.А. Ацель<sup>1</sup>, А.А. Сарычев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанская государственная медицинская академия – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Бутлерова, 36, Казань, Российская Федерация, 420012; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Бутлерова, 49, Казань, Российская Федерация, 420012; <sup>3</sup> Государственное автономное учреждение здравоохранения «Межрегиональный клинико-диагностический центр», ул. Карбышева 12а, Казань, Российская Федерация, 420101; <sup>4</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Нижегородской области «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королёва», ул. Ванеева, 209, Нижний Новгород, Российская Федерация, 603950

### Основные положения

- Статья содержит актуальные литературные данные о результатах хирургического лечения острой тромбоэмболии легочной артерии.

### Резюме

В обзорной статье освещены современные подходы к методам лечения острой тромбоэмболии легочной артерии. Разнообразие методов лечения и противоречивые результаты хирургического и терапевтического подходов не позволяют однозначно выбрать тот или иной метод. Традиционно фармакологические методы лечения предпочтительнее из-за меньшей частоты риска летальности и смертности. Однако с учетом новых исследований можно утверждать, что хирургическая эмболектomia служит эффективным альтернативным вариантом, демонстрирующим хорошие ближайшие и отдаленные результаты.

**Ключевые слова** Тромбоэмболия легочной артерии • Хирургическая эмболектomia

Поступила в редакцию: 21.01.2022; поступила после доработки: 18.02.2022; принята к печати: 13.03.2022

## SURGICAL EMBOLLECTOMY AS A PROMISING TREATMENT OF ACUTE PULMONARY EMBOLISM

I.V. Abdulyanov<sup>1,3</sup>, R.K. Dzhordzhikiya<sup>2,3</sup>, S.A. Fedorov<sup>4</sup>, E.A. Atsel<sup>1</sup>, A.A. Sarychev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 36, Butlerova St., Kazan, Russian Federation, 420012; <sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kazan Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 49, Butlerova St., Kazan, Russian Federation, 420012; <sup>3</sup> State Autonomous Institution of Health “Interregional clinical diagnostic center”, 12a, Karbysheva St., Kazan, Russian Federation, 420101; <sup>4</sup> Specialized cardiosurgical clinical hospital named after academician B.A. Korolev, 209 Vaneeva St., Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603950

### Highlights

- The article presents current literature data on the results of surgical treatment of acute pulmonary embolism.

### Abstract

The review article throws light on up to date approaches to the treatment of acute pulmonary embolism. The great variety of treatment methods and controversial

results do not allow us to conclusively decide on which method to choose. Traditionally, pharmacological therapies have been favored over invasive methods because of the lower mortality rate. However, based on new studies, it can be established that interventional embolectomy is an effective option, showing good immediate and long-term results. Undoubtedly, additional studies are needed in order that surgical embolectomy developed from a rescue therapy of acute pulmonary embolism into a first-line or priority treatment.

**Keywords**

Thrombolysis in acute pulmonary embolism • Surgical embolectomy

*Received: 21.01.2022; received in revised form: 18.02.2022; accepted: 13.03.2022*

**Список сокращений**

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии

Острая тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) продолжает оставаться одной из наиболее распространенных причин смертности во всем мире, несмотря на постоянное совершенствование методов диагностики и значимые успехи в консервативном и хирургическом лечении [1, 2]. В настоящее время начинается новый этап в лечении острой ТЭЛА, включающий внедрение интервенционных технологий (эндоваскулярная тромбоэкстракция и фармакологический тромболизис) и переосмысление хирургического подхода [3]. Хирургическое лечение острой ТЭЛА все также выполняют во многих медицинских учреждениях России и западных стран, имеющиеся данные о результатах такого лечения показывают актуальность совершенствования хирургического подхода. С учетом развития новых методов лечения острой ТЭЛА необходимы новые тщательно спланированные рандомизированные клинические исследования в данном направлении.

Ежегодная частота ТЭЛА среди населения составляет 1 на 1 000 человек, но с возрастом пациента резко увеличивается: с 1,4 на 1 000 человек в возрасте 40–49 лет до 11,3 на 1 000 человек в возрасте 80 лет и старше [4]. S. Varco и соавт. (2021) отмечают, что ТЭЛА идентифицирована как серьезная клиническая проблема и осложнение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) с развитием тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV-2) [1]. Таким образом, актуальность новых методов и хирургического подхода в лечении острой ТЭЛА с точки зрения бремени заболеваемости в ближайшие годы еще больше возрастет.

Клиническая картина острой ТЭЛА варьирует от отсутствия симптомов и незначительных гемодинамических расстройств до проявлений массивной ТЭЛА высокого риска с признаками гемодинамического коллапса, что связано с повышенным уровнем смертности в течение трех месяцев после первичного эпизода ТЭЛА [5, 6]. По данным Международного кооперативного регистра ТЭЛА (ICOPER),

90-дневная смертность при массивной ТЭЛА составляет 58,3%, при субмассивной – 15,1%, у пациентов с легочной эмболией низкого риска – 2% [7]. Однако глобальная осведомленность о ТЭЛА остается недостаточной. Кроме того, в анализе глобальной смертности ТЭЛА еще не признана отдельной клинической единицей и потенциальной основной причиной смерти [8–10]. Между тем по всему миру создают группы реагирования на легочную эмболию (PERTs) с целью немедленного и одновременного привлечения нескольких специалистов для определения наилучшего курса действий и координации клинической помощи подобным больным [11]. В связи с разнообразием вариантов лечения острой ТЭЛА современные методы требуют стратификации риска для выбора адаптированного лечения для каждого пациента [12].

Лечение варьирует от назначения системных антикоагулянтов до катетер-направленного тромболизиса, системного тромболизиса, катетерной эмболэктомии, хирургической эмболэктомии и/или механической поддержки кровообращения, такой как экстракорпоральная мембранная оксигенация при развитии тяжелой гипоксемии у пациентов с острой ТЭЛА высокого риска и кардиогенным шоком, остановкой сердца или надвигающимся гемодинамическим коллапсом [13]. Выбор метода острой ТЭЛА зависит от учреждения, наличия квалифицированных медицинских кадров и соответствующего опыта работы специалистов [14].

Традиционно фармакологические варианты предпочтительнее хирургической легочной эмболэктомии из-за более высокого уровня смертности и инвазивности последней. В частности, при данном подходе отмечены показатели смертности от 16 до 64% [15]. Системный тромболизис имеет наибольшее количество доказательств эффективности, но демонстрирует повышенный риск кровотечения [16]. Кроме того, в литературе представлены данные, согласно которым около 8% пациентов, перенесших системный тромболизис, не смогли достичь

клинической стабильности и восстановить функцию правого желудочка [17].

Катетерные вмешательства на сегодняшний день ограничены небольшими рандомизированными исследованиями и являются одноэтапными, что не позволяет оценить ценность катетер-направленного тромболитика или устройств для катетерной эмболэктомии [18]. Обсуждается вопрос, может ли доставка тромболитика с помощью катетера или применение ультразвука для тромболитика и дефрагментации тромбэмболов превзойти системное введение тромболитиков [19, 20].

Метаанализ рандомизированных клинических исследований, в которых сравнивали процедуры реканализации при острой ТЭЛА (системный тромболитик полной дозой, низкой дозой и тромболитик с катетеризацией), не выявил значительного уменьшения общей смертности для любых методов тромболитика (системный тромболитик полной дозой: отношение шансов 0,60, 95% доверительный интервал 0,36–1,01; тромболитик низкой дозой: отношение шансов 0,47, 95% доверительный интервал 0,14–1,59; катетерный тромболитик: отношение шансов 0,31, 95% доверительный интервал 0,01–7,96), но показал статистически значимое повышение риска кровотечения, особенно при системном тромболитике полной дозой (отношение шансов 2,00, 95% доверительный интервал 1,06–3,78) [21].

Недавно разработаны методы чрескожной реперфузии для быстрого уменьшения обструкции легочных сосудов с помощью тромболитиков низкими дозами или без них, продемонстрировавшие потенциально более высокую безопасность, чем системный тромболитик [22].

Безусловно, необходимы рандомизированные исследования, включающие сравнение катетер-направленного лечения с системным тромболитиком и антикоагулянтами, что позволило бы оценить клинические исходы катетер-направленной фармакологической реперфузии. Поэтому, по мнению K.L. Wang и коллег (2020), у большинства пациентов с дисфункцией правого желудочка и повышенным уровнем сердечных биомаркеров стратегия осторожного ожидания предпочтительнее рутинного тромболитика [8].

Последние рекомендации Европейского общества кардиологов и Европейского респираторного общества (ESC/ERS 2019) по лечению острой ТЭЛА по-прежнему не позволяют сделать вывод о том, влияет ли ранний тромболитик при субмассивной ТЭЛА на клинические симптомы и функцию правого желудочка при долгосрочном наблюдении [2], что подтверждает предыдущие рекомендации по резервированию системной тромболитической терапии пациентам высокого риска. Поскольку у больных среднего риска клиническая польза системного тромболитика отсутствует из-за значи-

тельной частоты кровотечений, в рекомендациях ESC 2019 не показано применение данного метода на рутинной основе [23].

Хирургическая эмболэктомия служит эффективным вариантом лечения, однако метод остается спорным из-за различных исходов. S.V. Konstantinides и соавт. (2020) считают, что «открытая» хирургическая эмболэктомия с искусственным кровообращением является приемлемым вариантом лечения с благоприятными исходами у пациентов с острой ТЭЛА при условии исходной гемодинамической нестабильности и противопоказании к тромболитической терапии [2]. Систематический обзор опубликованных клинических случаев показал переменные результаты с периоперационной летальностью от 4 до 59% [24]. Госпитальная летальность составила 16% (95% доверительный интервал 12–21), общая выживаемость через 5 лет – 73% (95% доверительный интервал 64–81).

В последних рекомендациях Американской кардиологической ассоциации и Европейского общества кардиологов изложены показания для хирургической эмболэктомии: гемодинамическая нестабильность, неэффективный тромболитик, противопоказания к тромболитису, открытое овальное окно, транзиторный тромбоз правых полостей сердца, а также ТЭЛА у больных, которые, по прогнозам, умрут до того, как подействует тромболитик [13].

Результаты ряда исследований показали, что хирургическая эмболэктомия создает более эффективную перфузию легких, предотвращает легочную гипертензию и редко приводит к серьезным кровотечениям [25, 26]. В частности, большой эмбол в легочном стволе и/или его дистальных ветвях, приводящий к массивной или субмассивной ТЭЛА, можно рассматривать как показание к эмболэктомии [27]. В метаанализе C. Marti и коллег (2015) частота смертельных или внутричерепных кровотечений составила 1,7% в группе системного тромболитика и 0,3% в контрольной группе (хирургическая тромбэмболэктомия) [12].

D.M. Dudzinski и соавт. (2017) считают, что эмболэктомия может быть особенно полезной пациентам со значительной проксимальной гемодинамической нагрузкой тромба, транзитным тромбом и надвигающейся парадоксальной эмболией [28]. Кроме того, хирургическая эмболэктомия успешно выполнена больным с тромбами в правых отделах сердца [29]. В целом, по данным некоторых авторов, хирургическая эмболэктомия в долгосрочной перспективе превосходит тромболитик у гемодинамически сопоставимых пациентов [24, 30].

В исследовании под руководством E.D. Percy (2020) изучены результаты лечения больных острой ТЭЛА в общенациональном масштабе с 2011 по 2014 г. В национальную стационарную выборку

были включены 58 974 пациента с острой ТЭЛА; из них 33 553 лечили системным тромболитизисом, 22 336 – катетер-направленной терапией и 3 085 больных – хирургической эмболэктомией. Пациенты хирургической группы, по сравнению с больными, подвергшимися системному тромболитизису и катетер-направленной терапии, имели больше седловидных эмболов (22, 10 и 10%) и чаще – высокий риск смерти (56, 42 и 26% соответственно; оба  $p < 0,01$ ). У лиц, перенесших хирургическую эмболэктомию, отмечена более высокая госпитальная летальность (20, 16 и 7%), большая частота инсультов (7, 6 и 3%) и переливания крови (32, 16 и 10% соответственно; все  $p < 0,01$ ). Частота серьезных кровотечений и внутричерепных кровоизлияний была наиболее высокой в группе системного тромболитизиса. Смертность зарегистрирована в 19,8% случаев после хирургической эмболэктомии, что, по мнению авторов, представляет собой значительное улучшение по сравнению с традиционными результатами и подтверждает важную роль хирургии в многопрофильном лечении подобной патологии высокого риска [31].

D.F. Kay и коллеги (2018) представили уникальный клинический случай, в котором подробно описано успешное совместное использование катетерной эмболэктомии и тромболитизиса при лечении сложной массивной ТЭЛА. Авторы ставили цель проиллюстрировать важность и эффективность хирургической эмболэктомии, представив сценарий, при котором массивная ТЭЛА не поддавалась лечению с применением нескольких катетеров, и выступив, таким образом, за более раннее применение хирургической эмболэктомии в условиях массивной ТЭЛА. Это сопоставимо с результатами других исследований, включающих более высокую эффективность и более низкую частоту осложнений у лиц с хирургической эмболэктомией по сравнению с повторным тромболитизисом [25].

Особое внимание следует уделять больным, находящимся в ближайшем послеоперационном периоде, поскольку любая хирургическая операция в течение последних 10 дней или недавнее внутричерепное кровоизлияние служат показаниями для эмболэктомии по сравнению с тромболитической терапией из-за высокого риска кровоизлияния [13, 32]. Хотя эмболэктомию из легочной артерии, проводимая на остановленном сердце, требует полной гепаринизации, искусственное кровообращение непродолжительно и безопасно с позиции частоты кровотечений после операции [33]. Фактором риска смертности при эмболэктомии может стать остановка сердца из-за массивной ТЭЛА. В исследовании W.V. Keeling и соавт. (2016) показано, что госпитальная летальность у пациентов, потребовавших сердечно-легочной реанимации перед операцией, была достоверно выше (9 из 28 больных,

32,1%), чем у пациентов без нее (у 16 из 186, 8,6%;  $p < 0,01$ ) [17].

Метаанализ результатов 56 исследований, выполненных с 1965 по 2015 г., с участием 1 579 больных, перенесших эмболэктомию, показал, как за последние годы снизилась внутрибольничная смертность, особенно в центрах, где выполняют большой объем таких операций [34]. Фактически в некоторых медицинских учреждениях хирургическую эмболэктомию используют в качестве операции первой линии в лечении ТЭЛА высокого риска [35, 36]. Однако в литературе представлено мнение, согласно которому подобное вмешательство можно отложить при поступлении пациента с массивной ТЭЛА и кардиогенным шоком [15].

Госпитальная послеоперационная летальность в исследовании рабочей группы «Хирургическая легочная эмболэктомию как стандартная терапия» (SPEAR) составила 11,7% среди пациентов, из которых 23,7% имели массивную ТЭЛА и 9,1% – субмассивную [17]. Уровень смертности от хирургического лечения в работе J. Park и коллег (2019) зафиксирован на уровне 14,8% [37]. Американская кардиологическая ассоциация также отмечает улучшение результатов хирургического лечения острой ТЭЛА, которое зависит от исходного гемодинамического статуса больного и сопутствующих заболеваний; как сообщается, летальность составляет  $\leq 11\%$  [17]. Считается, что снижение смертности связано с улучшением кардиохирургических методов [38].

В современном мире отдаленный исход хирургической эмболэктомии внушает оптимизм. Так, W.A. Jaber и соавт. (2016) сообщили, что 10-летняя выживаемость пациентов с хирургической эмболэктомией составила 93% [15]. M. Velicová и коллеги (2019) выявили общий уровень внутрибольничной смертности от всех причин среди 1 579 больных, который составил 26,3% (95% доверительный интервал 22,5–30,5). Осложнения в области хирургического вмешательства выявлены в 7,0% случаев (95% доверительный интервал 4,9–9,8) [39]. Безусловно, требуются дополнительные исследования, чтобы определить группу пациентов, которым эмболэктомию принесет наибольшую пользу.

Группа исследователей во главе W. QiMin (2020) представила результаты одноцентрового ретроспективного исследования 41 больного острой ТЭЛА, перенесшего хирургическую тромбоземболию с июля 2005 г. по август 2019 г. Операция проведена путем срединной стернотомии с применением искусственного кровообращения. Для защиты миокарда от ишемически-реперфузионного повреждения большинству пациентов аорту не пережимали. Общий уровень летальности после операции составил 7,31% (3/41), причем интраоперационная летальность зарегистрирована

в трех случаях массивной ТЭЛА. Кроме того, авторы сообщили, что двум больным, которым использовали тромболитис в качестве лечения первой линии, хирургическое вмешательство было неэффективно [40].

G.J. Kop и коллеги (2019) проанализировали 1 075 случаев хирургической эмболэктомии среди 310 медицинских центров Северной Америки, причем популяция исследования была стратифицирована не по массивности ТЭЛА, а по статусу представления: без кардиогенного шока, кардиогенного шока без остановки сердца и кардиогенного шока с остановкой. Наибольшая летальность определена в группе с остановкой сердца – 44,4%, в группе с шоком и без остановки показатель составил 23,7%, в группе без кардиогенного шока – 7,9% [41]. В целом периоперационная летальность, по данным публикаций, варьирует от 4,2 до 30% [13].

Все чаще в клинической практике применяют новый минимально инвазивный подход к легочной эмболэктомии с торакоскопической поддержкой, при котором используют доступ через левую парастернальную торакотомию и бедренное подключение искусственного кровообращения. По данным O.M. Lattouf и соавт. (2021), торакокопия позволяет полностью визуализировать и удалить тромб в основной и сегментарной легочной артерии с обеих сторон и ускорить функциональное восстановление [42]. Авторы предполагают, что минимально инвазивная хирургическая легочная эмболэктомия без стернотомии с торакоскопической поддержкой является кандидатным и безопасным методом лечения острой массивной ТЭЛА, ведущим к сокращению продолжительности пребывания в стационаре и быстрой реабилитации.

#### Информация об авторах

*Абдулянов Ильдар Васильевич*, кандидат медицинских наук, доцент заведующий кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии хирургического факультета Казанской государственной медицинской академии – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, Российская Федерация; врач – сердечно-сосудистый хирург отделения кардиохирургии № 2 государственного автономного учреждения здравоохранения «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Казань, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-2892-2827

*Джорджикия Роин Кондратьевич*, доктор медицинских наук, профессор заведующий кафедрой сердечно-сосудистой и эндоваскулярной хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, Российская Федерация; врач – сердечно-сосудистый хирург отделения кардиохирургии № 2

Послеоперационное ведение пациентов, перенесших эмболэктомию, часто может быть проблематичным из-за их критического состояния. Кровотечение, гипоксемию, дисфункцию правого желудочка и продолжающийся кардиогенный шок необходимо лечить агрессивно, балансируя между потребностью в объемной инфузии, вазодилатацией легочных артерий и инотропной поддержкой правого желудочка [13, 43]. Кроме того, согласно результатам исследования K.L.Wang и коллег (2020), при соответствующей послеоперационной антикоагуляции риск рецидива ТЭЛА составляет менее 5% [8].

Лечение ТЭЛА должно быть направлено на полное удаление тромботических масс из легочного русла для предотвращения развития хронической посттромботической легочной гипертензии. Это возможно только при механическом удалении тромбов, поэтому необходимо дальнейшие исследования для оценки роли и обоснованности хирургической эмболэктомии в лечении острой ТЭЛА.

#### Конфликт интересов

И.В. Абдулянов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.К. Джорджикия заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.А. Федоров заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.А. Ацель заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.А. Сарычев заявляет об отсутствии конфликта интересов.

#### Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

#### Author Information Form

*Abdulyanov Il'dar V.*, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Cardiology, X-ray Endovascular and Cardiovascular Surgery of the Surgical Faculty of the Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russian Federation; Cardiovascular Surgeon of the Department of Cardiac Surgery No. 2 of the State Autonomous Institution of Health “Interregional clinical diagnostic center”, Kazan, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-2892-2827

*Dzhordzhikiya Royn K.*, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Cardiovascular and Endovascular Surgery of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kazan Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russian Federation; cardiovascular surgeon of the Department of Cardiac Surgery No. 2 of the State Autonomous Institution of Health “Interregional clinical

государственного автономного учреждения здравоохранения «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Казань, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-0336-6262

*Федоров Сергей Андреевич*, кандидат медицинских наук, врач высшей квалификационной категории врач – сердечно-сосудистый хирург отделения хирургического лечения приобретенных пороков сердца государственного бюджетного учреждения здравоохранения Нижегородской области «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королёва», Нижний Новгород, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-5930-3941

*Ацель Евгения Александровна*, доктор медицинских наук профессор кафедры терапии, гериатрии и общеврачебной практики терапевтического факультета Казанской государственной медицинской академии – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1640-5411

*Сарычев Александр Александрович*, клинический ординатор кафедры сердечно-сосудистой и эндоваскулярной хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-5385-796X

diagnostic center”, Kazan, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-0336-6262

*Fedorov Sergey A.*, Candidate of Medical Sciences, Doctor of the highest qualification category, cardiovascular surgeon of the Department of Surgical Treatment of Acquired Heart Defects of the Specialized cardiosurgical clinical hospital named after academician B.A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-5930-3941

*Atsel' Evgeniya A.*, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Therapy, Geriatrics and General Medical Practice of the Therapeutic Faculty of the Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1640-5411

*Sarychev Aleksandr A.*, Clinical Resident of the Department of Cardiovascular and Endovascular Surgery of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kazan Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-5385-796X

#### Вклад авторов в статью

*АИБ* – существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных, написание статьи, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*ДРК* – анализ и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*ФСА* – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*АЕА* – анализ и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*САА* – получение, анализ и интерпретация данных, написание статьи, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

#### Author Contribution Statement

*AIV* – significant contribution to the concept and design of the study, data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*DRK* – data analysis and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*FSA* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*AEA* – data analysis and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*SAA* – data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barco S., Valerio L., Ageno W., Cohen A.T., Goldhaber S.Z., Hunt B.J., et al. Age-sex specific pulmonary embolism-related mortality in the USA and Canada, 2000-18: an analysis of the WHO Mortality Database and of the CDC Multiple Cause of Death database. *Lancet Respir Med.* 2021; 9(1):33-42. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30417-3
2. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini C., Bueno H., Geersing G.J., Harjola V.P., et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J.*

2020;41(4):543-603. doi: 10.1093/eurheartj/ehz405

3. Mouedder F., Laachach H., Elyandouzi A., Fliti A., Toutai C., Ismaili N., Elouafi N. Une embolie pulmonaire simulant un syndrome coronarien aigu [Pulmonary embolism mimicking acute coronary syndrome]. *Pan Afr Med J.* 2019;33:75. French. doi: 10.11604/pamj.2019.33.75.18355

4. Duffett L., Castellucci L.A., Forgie M.A. Pulmonary embolism: update on management and controversies. *BMJ.* 2020;370:m2177. doi: 10.1136/bmj.m2177

5. Jawad M., Apsey C. To Thrombolysed or Not to Thrombolysed: Two Years Experience of Thrombolysis

of Sub-Massive Pulmonary Embolism in a District General Hospital. *Cureus*. 2020;12(11):e11359. doi: 10.7759/cureus.11359

6. Panahi L., Udeani G., Horseman M., Weston J., Samuel N., Joseph M., Mora A., Bazan D. Review of Medical Therapies for the Management of Pulmonary Embolism. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(2):110. doi: 10.3390/medicina57020110

7. Rehman N.U., Dar M.I., Bansal M., Kasliwal R.R.. Clinical outcomes of submassive pulmonary embolism thrombolysis-an Indian experience. *Egypt Heart J*. 2020 ;72(1):87. doi: 10.1186/s43044-020-00123-8

8. Wang K.L., Kao Y.T., Chang W.T., Chang H.Y., Huang W.C., Hsu P.C., et al. Management of Venous Thromboembolisms: Part II. The Consensus for Pulmonary Embolism and Updates. *Acta Cardiol Sin*. 2020;36(6):562-582. doi: 10.6515/ACS.202011\_36(6).20200917A

9. Ageno W., Haas S., Weitz J.I., Goldhaber S.Z., Turpie A.G., Goto S., et al; GARFIELD-VTE investigators. Characteristics and Management of Patients with Venous Thromboembolism: The GARFIELD-VTE Registry. *Thromb Haemost*. 2019;119(2):319-327. doi: 10.1055/s-0038-1676611

10. Anderson D.R., Morgano G.P., Bennett C., Dentali F., Francis C.W., Garcia D.A., et al. American Society of Hematology 2019 guidelines for management of venous thromboembolism: prevention of venous thromboembolism in surgical hospitalized patients. *Blood Adv*. 2019;3(23):3898-3944. doi: 10.1182/bloodadvances.2019000975

11. Rivera-Lebron B.N., Rali P.M., Tapon V.F.. The PERT Concept: A Step-by-Step Approach to Managing Pulmonary Embolism. *Chest*. 2021;159(1):347-355. doi: 10.1016/j.chest.2020.07.065

12. Marti C., John G., Konstantinides S., Combesure C., Sanchez O., Lankeit M., Meyer G., Perrier A. Systemic thrombolytic therapy for acute pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2015;36(10):605-614. doi: 10.1093/eurheartj/ehu218

13. Martinez Licha C.R., McCurdy C.M., Maldonado S.M., Lee L.S. Current Management of Acute Pulmonary Embolism. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;26(2):65-71. doi: 10.5761/atcs.ra.19-00158

14. Rivera-Lebron B., McDaniel M., Ahrar K., Alrifai A., Dudzinski D.M., Fanola C., et al; PERT Consortium. Diagnosis, Treatment and Follow Up of Acute Pulmonary Embolism: Consensus Practice from the PERT Consortium. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2019;25:1076029619853037. doi: 10.1177/1076029619853037

15. Jaber W.A., Fong P.P., Weisz G., Lattouf O., Jenkins J., Rosenfield K., Rab T., Ramee S. Acute Pulmonary Embolism: With an Emphasis on an Interventional Approach. *J Am Coll Cardiol*. 2016 Mar 1;67(8):991-1002. doi: 10.1016/j.jacc.2015.12.024

16. Howard L. Acute pulmonary embolism. *Clin Med (Lond)*. 2019;19(3):243-247. doi: 10.7861/clinmedicine.19-3-247

17. Keeling W.B., Sundt T., Leacche M., Okita Y., Binongo J., Lasajanak Y., Aklog L., Lattouf O.M.; SPEAR Working Group. Outcomes After Surgical Pulmonary Embolectomy for Acute Pulmonary Embolus: A Multi-Institutional Study. *Ann Thorac Surg*. 2016;102(5):1498-1502. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.05.004

18. Maturana M.A., Seitz M.P., Pour-Ghaz I., Ibebuogu U.N., Khouzam R.N. Invasive Strategies for the Treatment of Pulmonary Embolism. Where Are We in 2020? *Curr Probl Cardiol*. 2021;46(3):100650. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100650

19. Faluk M., Hasan S.M., Chacko J.J., Abdelmaseih R., Patel J. Evolution of Acute Pulmonary Embolism Management: Review Article. *Curr Probl Cardiol*. 2021;46(3):100551. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100551

20. Матвеева Н.В., Нарциссова Г.П., Карпенко А.А., Чернявский М.А. Оценка ремоделирования полостей сердца у пациентов с острой тромбоземболией легочной артерии методом трансторакальной эхокардиографии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2013;17(1):11-14.

doi:10.21688/1681-3472-2013-1-11-14

21. Jimenez D., Martin-Saborido C., Muriel A., Zamora J., Morillo R., Barrios D., et al. Efficacy and safety outcomes of recanalisation procedures in patients with acute symptomatic pulmonary embolism: systematic review and network meta-analysis. *Thorax*. 2018;73(5):464-471. doi: 10.1136/thoraxjnl-2017-210040

22. Delmas C., Aissaoui N., Meneveau N., Bouvaist H., Rousseau H., Puymirat E., et al. Reperfusion therapies in pulmonary embolism-state of the art and expert opinion: A position paper from the "Unité de Soins Intensifs de Cardiologie" group of the French Society of Cardiology. *Arch Cardiovasc Dis*. 2020;113(11):749-759. doi: 10.1016/j.acvd.2020.06.002

23. Gallo A., Valerio L., Barco S. The 2019 European guidelines on pulmonary embolism illustrated with the aid of an exemplary case report. *Eur Heart J Case Rep*. 2021;5(2):ytaa542. doi: 10.1093/ehjcr/ytaa542

24. Choi J.H., O'Malley T.J., Maynes E.J., Weber M.P., D'Antonio N.D., Mellado M., et al. Surgical Pulmonary Embolectomy Outcomes for Acute Pulmonary Embolism. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(3):1072-1080. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.01.075

25. Azari A., Beheshti A.T., Moravvej Z., Bigdelu L., Salehi M. Surgical embolectomy versus thrombolytic therapy in the management of acute massive pulmonary embolism: Short and long-term prognosis. *Heart Lung*. 2015;44(4):335-9. doi: 10.1016/j.hrtlng.2015.04.008

26. Cho Y.H., Kim W.S. Surgical embolectomy as a first line treatment for acute massive pulmonary embolism. *Int J Cardiol*. 2016;222:785. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.08.111.

27. Neely R.C., Byrne J.G., Gosev I., Cohn L.H., Javed Q., Rawn J.D., et al. Surgical Embolectomy for Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism in a Series of 115 Patients. *Ann Thorac Surg*. 2015;100(4):1245-51

28. Dudzinski D.M., Giri J., Rosenfield K. Interventional Treatment of Pulmonary Embolism. *Circ Cardiovasc Interv*. 2017;10(2):e004345. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004345

29. Myers P.O., Bounameaux H., Panos A., Lerch R., Kalangos A. Impending paradoxical embolism: systematic review of prognostic factors and treatment. *Chest*. 2010;137(1):164-70. doi: 10.1378/chest.09-0961

30. Noshier J.L., Patel A., Jagpal S., Gribbin C., Gendel V. Endovascular treatment of pulmonary embolism: Selective review of available techniques. *World J Radiol*. 2017;9(12):426-437. doi: 10.4329/wjr.v9.i12.426

31. Percy E.D., Shah R., Hirji S., Tartarini R.J., Yazdchi F., Harloff M., Kaneko T., Pelletier M.P. National Outcomes of Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(2):441-447. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.02.024

32. Тарасов П.С., Казанцев А.Н., Коков А.Н., Безденежных А.В., Кондрикова Н.В., Сергеева Т.Ю., Сизова И.Н., Барбараш Л.С. Трехлетние результаты медикаментозного и хирургического реперфузионного лечения пациентов, перенесших тромбоземболию легочной артерии: исходы, клинический статус, состояние легочной перфузии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017;(3):71-83. doi:10.17802/2306-1278-2017-6-3-71-83

33. Fukuda I., Daitoku K. Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Thromboembolism. *Ann Vasc Dis*. 2017;10(2):107-114. doi: 10.3400/avd.ra.17-00038

34. Kalra R., Bajaj N.S., Arora P., Arora G., Crosland W.A., McGiffin D.C., Ahmed M.I.. Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism: Systematic Review and Comprehensive Meta-Analyses. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(3):982-990. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.11.016

35. Абдульянов, И. В., Вагизов И.И., Омеляненко А.С. Современная стратегия лечения острой тромбоземболии легочной артерии. *Практическая медицина*. 2015;3-2(88):35-40.

36. Edelman J.J., Okiwelu N., Anvardeen K., Joshi P., Murphy B., Sanders L.H., Newman M.A., Passage J. Surgical

Pulmonary Embolectomy: Experience in a Series of 37 Consecutive Cases. *Heart Lung Circ.* 2016;25(12):1240-1244. doi: 10.1016/j.hlc.2016.03.010

37. Park J., Lim S.H., Hong Y.S., Park S., Lee C.J., Lee S.O. Acute Pulmonary Thromboembolism: 14 Years of Surgical Experience. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;52(2):78-84. doi: 10.5090/kjctcs.2019.52.2.78

38. Tak T., Karturi S., Sharma U., Eckstein L., Poterucha J.T., Sandoval Y. Acute Pulmonary Embolism: Contemporary Approach to Diagnosis, Risk-Stratification, and Management. *Int J Angiol.* 2019;28(2):100-111. doi: 10.1055/s-0039-1692636

39. Tak T., Karturi S., Sharma U., Eckstein L., Poterucha J.T., Sandoval Y. Acute Pulmonary Embolism: Contemporary Approach to Diagnosis, Risk-Stratification, and Management. *Int J Angiol.* 2019;28(2):100-111. doi: 10.1055/s-0039-1692636

40. QiMin W., LiangWan C., DaoZhong C., HanFan Q., ZhongYao H., XiaoFu D., XueShan H., Feng L., HuaBin C. Clinical outcomes of acute pulmonary embolectomy as the

first-line treatment for massive and submassive pulmonary embolism: a single-centre study in China. *J Cardiothorac Surg.* 2020;15(1):321. doi: 10.1186/s13019-020-01364-z

41. Kon Z.N., Pasrija C., Bittle G.J., Vemulapalli S., Grau-Sepulveda M.V., Matsouaka R., et al. The Incidence and Outcomes of Surgical Pulmonary Embolectomy in North America. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(5):1401-1408. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.10.035.

42. Lattouf O.M., Laan D., Zapata D., Assaf E.J., Fallon J. Lessons learned on a new procedure: Nonsternotomy minimally invasive pulmonary embolectomy. *J Card Surg.* 2021;36(4):1258-1263. doi: 10.1111/jocs.15357

43. Бернс С.А., Шмидт Е.А., Нагирняк О.А. Ведение пациентов с тромбоэмболией легочной артерии в условиях кардиологического стационара с позиций современных рекомендаций европейского общества кардиологов. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2015;(4):90-96. doi:10.17802/2306-1278-2015-4-90-96

## REFERENCES

1. Barco S., Valerio L., Ageno W., Cohen A.T., Goldhaber S.Z., Hunt B.J., et al. Age-sex specific pulmonary embolism-related mortality in the USA and Canada, 2000-18: an analysis of the WHO Mortality Database and of the CDC Multiple Cause of Death database. *Lancet Respir Med.* 2021; 9(1):33-42. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30417-3

2. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini C., Bueno H., Geersing G.J., Harjola V.P., et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J.* 2020;41(4):543-603. doi: 10.1093/eurheartj/ehz405

3. Mouedder F., Laachach H., Elyandouzi A., Fliti A., Toutai C., Ismaili N., Elouafi N. Une embolie pulmonaire simulant un syndrome coronarien aigu [Pulmonary embolism mimicking acute coronary syndrome]. *Pan Afr Med J.* 2019;33:75. French. doi: 10.11604/pamj.2019.33.75.18355

4. Duffett L., Castellucci L.A., Forgie M.A. Pulmonary embolism: update on management and controversies. *BMJ.* 2020;370:m2177. doi: 10.1136/bmj.m2177

5. Jawad M., Apshey C. To Thrombolysate or Not to Thrombolysate: Two Years Experience of Thrombolysis of Sub-Massive Pulmonary Embolism in a District General Hospital. *Cureus.* 2020;12(11):e11359. doi: 10.7759/cureus.11359

6. Panahi L., Udeani G., Horseman M., Weston J., Samuel N., Joseph M., Mora A., Bazan D. Review of Medical Therapies for the Management of Pulmonary Embolism. *Medicina (Kaunas).* 2021;57(2):110. doi: 10.3390/medicina57020110

7. Rehman N.U., Dar M.I., Bansal M., Kasliwal R.R. Clinical outcomes of submassive pulmonary embolism thrombolysis-an Indian experience. *Egypt Heart J.* 2020 ;72(1):87. doi: 10.1186/s43044-020-00123-8

8. Wang K.L., Kao Y.T., Chang W.T., Chang H.Y., Huang W.C., Hsu P.C., et al. Management of Venous Thromboembolisms: Part II. The Consensus for Pulmonary Embolism and Updates. *Acta Cardiol Sin.* 2020;36(6):562-582. doi: 10.6515/ACS.202011\_36(6).20200917A

9. Ageno W., Haas S., Weitz J.I., Goldhaber S.Z., Turpie A.G., Goto S., et al; GARFIELD-VTE investigators. Characteristics and Management of Patients with Venous Thromboembolism: The GARFIELD-VTE Registry. *Thromb Haemost.* 2019;119(2):319-327. doi: 10.1055/s-0038-1676611

10. Anderson D.R., Morgano G.P., Bennett C., Dentali F., Francis C.W., Garcia D.A., et al. American Society of Hematology 2019 guidelines for management of venous thromboembolism: prevention of venous thromboembolism in surgical hospitalized patients. *Blood Adv.* 2019;3(23):3898-3944. doi: 10.1182/bloodadvances.2019000975

11. Rivera-Lebron B.N., Rali P.M., Tapon V.F. The PERT

Concept: A Step-by-Step Approach to Managing Pulmonary Embolism. *Chest.* 2021;159(1):347-355. doi: 10.1016/j.chest.2020.07.065

12. Marti C., John G., Konstantinides S., Combescure C., Sanchez O., Lankeit M., Meyer G., Perrier A. Systemic thrombolytic therapy for acute pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2015;36(10):605-614. doi: 10.1093/eurheartj/ehu218

13. Martinez Licha C.R., McCurdy C.M., Maldonado S.M., Lee L.S. Current Management of Acute Pulmonary Embolism. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;26(2):65-71. doi: 10.5761/atcs.ra.19-00158

14. Rivera-Lebron B., McDaniel M., Ahrar K., Alrifai A., Dudzinski D.M., Fanola C., et al; PERT Consortium. Diagnosis, Treatment and Follow Up of Acute Pulmonary Embolism: Consensus Practice from the PERT Consortium. *Clin Appl Thromb Hemost.* 2019;25:1076029619853037. doi: 10.1177/1076029619853037

15. Jaber W.A., Fong P.P., Weisz G., Lattouf O., Jenkins J., Rosenfield K., Rab T., Ramee S. Acute Pulmonary Embolism: With an Emphasis on an Interventional Approach. *J Am Coll Cardiol.* 2016 Mar 1;67(8):991-1002. doi: 10.1016/j.jacc.2015.12.024

16. Howard L. Acute pulmonary embolism. *Clin Med (Lond).* 2019;19(3):243-247. doi: 10.7861/clinmedicine.19-3-247

17. Keeling W.B., Sundt T., Leacche M., Okita Y., Binongo J., Lasajanak Y., Aklog L., Lattouf O.M.; SPEAR Working Group. Outcomes After Surgical Pulmonary Embolectomy for Acute Pulmonary Embolus: A Multi-Institutional Study. *Ann Thorac Surg.* 2016;102(5):1498-1502. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.05.004

18. Maturana M.A., Seitz M.P., Pour-Ghaz I., Ibebuogu U.N., Khouzam R.N. Invasive Strategies for the Treatment of Pulmonary Embolism. Where Are We in 2020? *Curr Probl Cardiol.* 2021;46(3):100650. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100650

19. Faluk M., Hasan S.M., Chacko J.J., Abdelmaseih R., Patel J. Evolution of Acute Pulmonary Embolism Management: Review Article. *Curr Probl Cardiol.* 2021;46(3):100551. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100551

20. Matveeva N.V., Narcissova G.P., Karpenko A.A., Chernjavskij M.A. Ocenka remodelirovanija polostej serdca u pacientov s ostroj tromboembolijoj legochnoj arterii metodom transtorakal'noj jehokardiografii. *Patologija krovoobrashhenija i kardiohirurgija.* 2013;17(1):11-14. (In Russ.). doi:10.21688/1681-3472-2013-1-11-14

21. Jimenez D., Martin-Saborido C., Muriel A., Zamora J., Morillo R., Barrios D., et al. Efficacy and safety outcomes of recanalisation procedures in patients with acute symptomatic pulmonary embolism: systematic review and network meta-analysis. *Thorax.* 2018;73(5):464-471. doi: 10.1136/thoraxjnl-2017-210040



22. Delmas C., Aissaoui N., Meneveau N., Bouvaist H., Rousseau H., Puymirat E., et al. Reperfusion therapies in pulmonary embolism-state of the art and expert opinion: A position paper from the "Unité de Soins Intensifs de Cardiologie" group of the French Society of Cardiology. *Arch Cardiovasc Dis.* 2020;113(11):749-759. doi: 10.1016/j.acvd.2020.06.002
23. Gallo A., Valerio L., Barco S. The 2019 European guidelines on pulmonary embolism illustrated with the aid of an exemplary case report. *Eur Heart J Case Rep.* 2021;5(2):ytaa542. doi: 10.1093/ehjcr/ytaa542
24. Choi J.H., O'Malley T.J., Maynes E.J., Weber M.P., D'Antonio N.D., Mellado M., et al. Surgical Pulmonary Embolectomy Outcomes for Acute Pulmonary Embolism. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(3):1072-1080. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.01.075
25. Azari A., Beheshti A.T., Moravvej Z., Bigdelu L., Salehi M. Surgical embolectomy versus thrombolytic therapy in the management of acute massive pulmonary embolism: Short and long-term prognosis. *Heart Lung.* 2015;44(4):335-9. doi: 10.1016/j.hrtlng.2015.04.008
26. Cho Y.H., Kim W.S. Surgical embolectomy as a first line treatment for acute massive pulmonary embolism. *Int J Cardiol.* 2016;222:785. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.08.111.
27. Neely R.C., Byrne J.G., Gosev I., Cohn L.H., Javed Q., Rawn J.D., et al. Surgical Embolectomy for Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism in a Series of 115 Patients. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(4):1245-51
28. Dudzinski D.M., Giri J., Rosenfield K. Interventional Treatment of Pulmonary Embolism. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(2):e004345. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004345
29. Myers P.O., Bounameaux H., Panos A., Lerch R., Kalangos A. Impending paradoxical embolism: systematic review of prognostic factors and treatment. *Chest.* 2010;137(1):164-70. doi: 10.1378/chest.09-0961
30. Noshier J.L., Patel A., Jagpal S., Gribbin C., Gendel V. Endovascular treatment of pulmonary embolism: Selective review of available techniques. *World J Radiol.* 2017;9(12):426-437. doi: 10.4329/wjr.v9.i12.426
31. Percy E.D., Shah R., Hirji S., Tartarini R.J., Yazdchi F., Harloff M., Kaneko T., Pelletier M.P. National Outcomes of Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(2):441-447. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.02.024
32. Tarasov R.S., Kazantsev A.N., Kokov A.N., Bezdenezhny A.V., Kondrikova N.V., Sergeeva T.Y., Sizova I.N., Barbarash L.S. Three-year results of medical and surgical reperfusional treatment of patients transposed by thromboembolia of pulmonary artery: outcome, clinical status, state of pulmonary perfusion. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2017;(3):71-83. (In Russ.). doi:10.17802/2306-1278-2017-6-3-71-83
33. Fukuda I., Daitoku K. Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Thromboembolism. *Ann Vasc Dis.* 2017;10(2):107-114. doi: 10.3400/avd.ra.17-00038
34. Kalra R., Bajaj N.S., Arora P., Arora G., Crosland W.A., McGiffin D.C., Ahmed M.I. Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism: Systematic Review and Comprehensive Meta-Analyses. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(3):982-990. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.11.016
35. Abdulyanov I.V., Vagizov I.I., Omelyanenko A.S. Contemporary approach to treatment of pulmonary artery thromboembolia. *Practical Medicine.* 2015; 2(88):35-40. (In Russ)
36. Edelman J.J., Okiwelu N., Anvardeen K., Joshi P., Murphy B., Sanders L.H., Newman M.A., Passage J. Surgical Pulmonary Embolectomy: Experience in a Series of 37 Consecutive Cases. *Heart Lung Circ.* 2016;25(12):1240-1244. doi: 10.1016/j.hlc.2016.03.010
37. Park J., Lim S.H., Hong Y.S., Park S., Lee C.J., Lee S.O. Acute Pulmonary Thromboembolism: 14 Years of Surgical Experience. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;52(2):78-84. doi: 10.5090/kjtcs.2019.52.2.78
38. Tak T., Karturi S., Sharma U., Eckstein L., Poterucha J.T., Sandoval Y. Acute Pulmonary Embolism: Contemporary Approach to Diagnosis, Risk-Stratification, and Management. *Int J Angiol.* 2019;28(2):100-111. doi: 10.1055/s-0039-1692636
39. Tak T., Karturi S., Sharma U., Eckstein L., Poterucha J.T., Sandoval Y. Acute Pulmonary Embolism: Contemporary Approach to Diagnosis, Risk-Stratification, and Management. *Int J Angiol.* 2019;28(2):100-111. doi: 10.1055/s-0039-1692636
40. QiMin W., LiangWan C., DaoZhong C., HanFan Q., ZhongYao H., XiaoFu D., XueShan H., Feng L., HuaBin C. Clinical outcomes of acute pulmonary embolectomy as the first-line treatment for massive and submassive pulmonary embolism: a single-centre study in China. *J Cardiothorac Surg.* 2020;15(1):321. doi: 10.1186/s13019-020-01364-z
41. Kon Z.N., Pasrija C., Bittle G.J., Vemulapalli S., Grau-Sepulveda M.V., Matsouaka R., et al. The Incidence and Outcomes of Surgical Pulmonary Embolectomy in North America. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(5):1401-1408. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.10.035.
42. Lattouf O.M., Laan D., Zapata D., Assaf E.J., Fallon J. Lessons learned on a new procedure: Nonsternotomy minimally invasive pulmonary embolectomy. *J Card Surg.* 2021;36(4):1258-1263. doi: 10.1111/jocs.15357
43. Berns S.A., Shmidt E.A., Nagirmiyak O.A. Management of patients with pulmonary embolism in the cardiac hospital from positions of modern european society of cardiology guidelines. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2015;(4):90-96. (In Russ.). doi:10.17802/2306-1278-2015-4-90-96

**Для цитирования:** Абдульянов И.В., Джорджикия Р.К., Федоров С.А., Ацель Е.А., Сарычев А.А. Хирургическая эмболектomia как перспективный метод лечения острой тромбозболии легочной артерии (несистематический обзор литературы). *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2022;11(2): 125-133. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-125-133

**To cite:** Abdulyanov I.V., Dzhordzhikiya R.K., Fedorov S.A., Atsel' E.A., Sarychev A.A. Surgical embolectomy as a promising treatment of acute pulmonary embolism. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2022;11(2): 125-133. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-125-133